

Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/JP05/003979

International filing date: 08 March 2005 (08.03.2005)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: JP
Number: 2004-076942
Filing date: 17 March 2004 (17.03.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 12 May 2005 (12.05.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

10. 3. 2005

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application:

2 0 0 4 年 3 月 1 7 日

出 願 番 号
Application Number:

特 願 2 0 0 4 - 0 7 6 9 4 2

パリ条約による外国への出願
に用いる優先権の主張の基礎
となる出願の国コードと出願
番号
The country code and number
of your priority application,
to be used for filing abroad
under the Paris Convention, is

J P 2 0 0 4 - 0 7 6 9 4 2

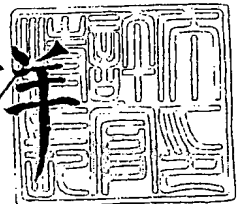
出 願 人
Applicant(s):

浜松ホトニクス株式会社

2 0 0 5 年 4 月 2 0 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

小 川 洋



出証番号 出証特 2 0 0 5 - 3 0 3 6 1 5 9

【書類名】 特許願
【整理番号】 2004-0032
【提出日】 平成16年 3月17日
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 H01S 5/024
【発明者】
 【住所又は居所】 静岡県浜松市市野町 1 1 2 6 番地の 1 浜松ホトニクス株式会社
 内
 【氏名】 宮島 博文
【発明者】
 【住所又は居所】 静岡県浜松市市野町 1 1 2 6 番地の 1 浜松ホトニクス株式会社
 内
 【氏名】 菅 博文
【特許出願人】
 【識別番号】 000236436
 【氏名又は名称】 浜松ホトニクス株式会社
【代理人】
 【識別番号】 100088155
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 長谷川 芳樹
【選任した代理人】
 【識別番号】 100092657
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 寺崎 史朗
【選任した代理人】
 【識別番号】 100124291
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 石田 悟
【選任した代理人】
 【識別番号】 100107456
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 池田 成人
【手数料の表示】
 【予納台帳番号】 014708
 【納付金額】 21,000円
【提出物件の目録】
 【物件名】 特許請求の範囲 1
 【物件名】 明細書 1
 【物件名】 図面 1
 【物件名】 要約書 1

【書類名】特許請求の範囲**【請求項 1】**

半導体レーザアレイと、該半導体レーザアレイに取り付けられたヒートシンクと、該ヒートシンク内を流通する冷媒と、該冷媒を前記ヒートシンクに供給する冷媒供給手段と、前記ヒートシンクと前記冷媒供給手段との間に接続され、前記冷媒が流通する絶縁性配管とを備え、

前記冷媒は、フルオロカーボンを含み、

前記絶縁性配管は、内部に導電体が配置され、

前記導電体は、接地されていることを特徴とする半導体レーザ装置。

【請求項 2】

前記導電体は、前記絶縁性配管内の流路断面を覆うメッシュ構造を有するものであることを特徴とする請求項 1 に記載の半導体レーザ装置。

【請求項 3】

前記導電体は、前記冷媒の流線に平行な断面が流線形の部分を含んでいることを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載の半導体レーザ装置。

【請求項 4】

前記絶縁性配管は局所的に内径が拡大した拡張部を含み、該拡張部に前記導電体が配置されていることを特徴とする請求項 1 ないし請求項 3 のいずれか 1 項に記載の半導体レーザ装置。

【請求項 5】

平板状の前記半導体レーザアレイと平板状の前記ヒートシンクとが、交互に複数積層されていることを特徴とする請求項 1 ないし請求項 4 のいずれか 1 項に記載の半導体レーザ装置。

【書類名】明細書

【発明の名称】半導体レーザー装置

【技術分野】

【0001】

本発明は、半導体レーザー装置に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、数W～100Wという高い出力を有する半導体レーザー装置が開発されている。このような半導体レーザー装置は、レーザメス、レーザハンダゴテ、レーザマーカの光源としても使用されている。

【0003】

半導体レーザーアレイの電気-光変換効率は、50%程度であるため、投入した電力の半分が熱となる。この熱により、レーザ出力、効率、素子寿命は大きな影響を受ける。このような熱を効率良く冷却するため、熱伝導率が高く、熱容量が大きい水を冷媒とするヒートシンクが用いられる。このようなヒートシンクとしては、例えば、複数の銅製の平板状部材を組み合わせて微細な流路を形成し、この流路内に冷却水を循環させる構成を有するヒートシンクが知られている。冷却水は、流路の上部に載置された半導体レーザーアレイと熱交換して半導体レーザーアレイを冷却する（例えば特許文献1および2参照）。

【0004】

このような装置は、半導体レーザーアレイが複数積層されたスタック構造を有する。高出力化を図る場合には、複数のヒートシンクが、積層された各半導体レーザーアレイの間にそれぞれ挿入されるようにして配置される。この場合、各ヒートシンクは各半導体レーザーアレイの冷却を行うだけでなく、各々の半導体レーザーアレイの間に電氣的導通路の役割も果たすため、各半導体レーザーアレイの作動中にはヒートシンクにも電界が印加される（例えば特許文献1の図1参照）。

【特許文献1】国際公開第00/11717号パンフレット

【特許文献2】特開平10-209531号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、従来の水を冷媒とするヒートシンクを備えた半導体レーザー装置では、以下に示す流路の腐食を十分に防止することができず、長期にわたり冷却すべき半導体レーザーアレイを効率良くかつ安定して冷却することができないという問題があった。

【0006】

すなわち、上記のような半導体レーザースタック装置においては、ヒートシンクは電気回路の一部を構成し、ヒートシンク自体にも電流を流すことから、ヒートシンク内部を流れる水に電流が流れる。冷却水には導電率を抑制したイオン交換水が用いられるが、イオン交換水も1MΩ程度の抵抗値を有するため、1V程度の印加電圧により1μA程度の電流が流れ、流路内でヒートシンクを電極として水の電気分解が発生してしまう。そうすると、流路の内壁に電気化学的に腐食が発生する。このような腐食が進行すると、流路の目詰まり、水漏れ、漏電によるショート等の問題が発生する。

【0007】

本発明は、上記従来技術の有する課題に鑑みてなされたものであり、ヒートシンクの冷媒流路の腐食を防ぎ、長期にわたり半導体レーザーアレイを安定して冷却することのできる半導体レーザー装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明は、半導体レーザーアレイと、半導体レーザーアレイに取り付けられたヒートシンクと、ヒートシンク内を流通する冷媒と、冷媒を前記ヒートシンクに供給する冷媒供給手段と、ヒートシンクと冷媒供給手段との間に接続され、冷媒が流通する絶縁性配管とを備え

、冷媒はフルオロカーボンを含み、絶縁性配管は内部に導電体が配置され、導電体は接地されていることを特徴とする。

【0009】

上記の構成によれば、冷媒として、水よりもはるかに反応性や導電性が低いフルオロカーボン (fluoro carbon) を用いたことにより、冷媒流路の腐食を防止することができる。さらに、絶縁性配管内に導電体が配置され、この導電体が接地されていることにより、絶縁性配管内をフルオロカーボンが流通した場合に生じる静電気を放電することができる。

【0010】

この場合、導電体は、絶縁性配管内の流路断面を覆うメッシュ構造を有するものであることが好ましい。

上記の構成によれば、絶縁性配管内を流れる冷媒との接触面積が広いため、帯電した静電気を放電する効果が大きいものとなる。

【0011】

この場合、導電体は、冷媒の流線に平行な断面が流線形の部分を含んでいることが好ましい。

上記の構成によれば、導電体の冷媒に対する抵抗が少なくなるため、絶縁性配管内を流れる冷媒の流速の変化を防ぐことができる。また、導電体の後流で渦が生じ、微小気泡核が生じることも防ぐことができる。その結果、キャビテーションの発生をより効果的に防ぐことができる。

【0012】

この場合、絶縁性配管は局所的に内径が拡大した拡張部を含み、拡張部に導電体が配置されていることが好ましい。

上記の構成によれば、冷媒の流速が高くなる導電体が配置された箇所の流速を、配管の内径を広げることにより抑えられるので、キャビテーションの発生をさらに効果的に防ぐことができる。

【0013】

この場合、平板状の半導体レーザアレイと平板状のヒートシンクとが、交互に複数積層されたものとしてすることができる。

本発明は、安定して半導体レーザアレイを冷却することができるため、このような半導体レーザスタック装置に適用した場合により効果を発揮するものである。

【発明の効果】

【0014】

本発明の半導体レーザ装置によれば、ヒートシンクの冷媒流路の腐食を防止しつつ半導体レーザアレイを長期にわたり安定して冷却し、安定したレーザ出力を得ることができる。さらに、フルオロカーボンが絶縁性配管内を通過したときに生じる静電気を放電して、静電気による静電気スパーク等を防ぐことができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0015】

以下、本発明の実施の形態を添付図面を参照して説明する。

図1は、本発明の第1実施形態に係る半導体レーザ装置の構成図である。図1に示すように、この半導体レーザ装置1は、半導体レーザスタック200と、チラー（冷媒供給手段）20と、これらを接続する絶縁性配管50と、これらの中を流通する冷媒40とから成る。

【0016】

チラー20は、空冷ユニット21と循環ポンプ22を備える。空冷ユニット21は冷媒を冷却し、循環ポンプ22は絶縁性配管50を介して冷媒40を半導体レーザスタック200に供給する。

【0017】

冷媒40はフルオロカーボンから成る。フルオロカーボンは、炭化水素の水素原子の一

部あるいは全部をフッ素原子で置換した化合物である。フッ素原子の原子半径は水素原子のそれに比べて大きいので、フッ素原子は炭素の原子骨格を被覆する形となる。またフッ素原子は電気陰性度が大きく、電子雲はフッ素原子側に局在する。このため炭素骨格部の電子濃度が低下し、反応性は大幅に低下する。その結果、フルオロカーボンはそのほとんど物質と反応しない高い化学的安定性を有する。また、フルオロカーボンは、 $10^{13} \Omega \cdot m$ という、水の $10^7 \Omega \cdot m$ に比べてはるかに高い抵抗率を有するので、水と異なり通電による電気分解を起こしにくい。さらに好ましくは、冷媒は、炭化水素の水素原子の全部をフッ素原子で置換した化合物であるパーフルオロカーボン (per fluoro carbon) である。パーフルオロカーボンは、特に化学的安定性が高く、抵抗率も高いので、冷媒として特に好ましい。

【0018】

絶縁性配管 50 は可撓性を有する絶縁性のパイプである。材質は、ナイロン系樹脂、ポリオルフィン系樹脂等等から成る。絶縁性配管 50 には、冷媒 40 の流量を調整するための流量調整弁 30 が設けられている。絶縁性配管 50 は、配管内部に導電体 52 が配置されている。導電体 52 は絶縁性配管 50 の流路断面を覆うメッシュ構造を有する。このメッシュ状の導電体 52 は、接地線 54 と接続され接地されている。

【0019】

図 3 (a) は第 1 実施形態に係るメッシュ構造を有する導電体を示す斜視図であり、図 3 (b) は A-A' 線断面が円形の線材断面を有するメッシュ構造を示す図であり、図 3 (c) は A-A' 線断面が角形の線材断面を有するメッシュ構造を示す図である。図 3 (a) に示すように、導電体 52 は、絶縁性配管 40 の流路断面を覆うことができる径を持つ円形の部材であり、導電性の線材が格子状に編み込まれて成る。導電体の材料としては、銅、ステンレス鋼、アルミニウム等を用いることができ、冷媒 40 がフルオロカーボンであり、反応性がないため、種々の材料を用いることができる。図 3 (b) に示すように、導電体 52 の冷媒 40 の流線に平行な断面 (図 3 (a) の A-A' 線断面) は、メッシュ構造を構成する各々の線材の断面が円形断面をなす。あるいは、図 3 (c) に示すように、角形断面を有するものとできる。導電体 52 は、このようなメッシュ構造により冷媒と接触する表面積が広いので、帯電した静電気を放電する効果は大きなものとなる。一方、絶縁性配管 50 の内部を流通する冷媒 40 は、導電体 52 のメッシュの網目を通して透過することができる。なお、導電体 52 の形状は、冷媒 40 との接触面積が大きく、冷媒 40 を自由に透過させるものであれば、上記メッシュ構造のものに限定されない。

【0020】

図 7 は、本実施形態に係る半導体レーザスタックを示す構成図である。半導体レーザスタック 200 は、3つの半導体レーザユニット 100 a ~ 100 c、プラス電極 11、マイナス電極 12、止めネジ 14、供給口 16、排出口 18 を備えて構成される。半導体レーザユニット 100 a ~ 100 c は、それぞれ半導体レーザアレイ 2 a ~ 2 c、n 型電極 6 a ~ 6 c、シーリング用シリコンラバー 8 a ~ 8 c、ヒートシンク 10 a ~ 10 c を有する。半導体レーザアレイ 2 a はヒートシンク 10 a の上面とヒートシンク 10 b の下面との間に配置され、半導体レーザアレイ 2 b はヒートシンク 10 b の上面とヒートシンク 10 c の下面との間に配置され、半導体レーザアレイ 2 c はヒートシンク 10 c の上面に載置されることにより、半導体レーザアレイとヒートシンクは交互に積層配置されている。これらは止めネジ 14 により積層されたまま固定される。

【0021】

各ヒートシンク 10 a ~ 10 c は導電性であり、プラス電極 11、ヒートシンク 10 a、半導体レーザアレイ 2 a、n 型電極 6 a、ヒートシンク 10 b、半導体レーザアレイ 2 b、n 型電極 6 b、ヒートシンク 10 c、半導体レーザアレイ 2 c、n 型電極 6 c、およびマイナス電極 12 が順次、電氣的に接続されている。これにより、プラス電極 11 とマイナス電極 12 との間に電圧を印加することで、半導体レーザアレイ 2 a ~ 2 c からレーザ光を出力させることができる。

【0022】

半導体レーザーアレイ 2a~2c は、一次元的に配列された複数の半導体レーザー素子を含んでおり、したがって、一列に並んだ複数のレーザー発光スポットを有する。本実施形態では、複数の半導体レーザー素子がモノリシックに集積された半導体レーザーアレイを使用する。このような半導体レーザーアレイでは、通常、活性層や電極を複数のストライプに分割して並列に配置することにより、複数のストライプ導波路が設けられている。なお、本発明では、このような構造の半導体レーザーアレイに代えて、独立した複数の半導体レーザーチップを一列に並べた構造の半導体レーザーアレイを使用することもできる。

【0023】

供給口 16、排出口 18 のそれぞれは、半導体レーザーユニット 100a~100c を貫通して設けられている。供給口 16 は半導体レーザーユニット 100a~100c の各々の供給口と接続されており、排出口 18 は半導体レーザーユニット 100a~100c の各々の排出口と接続されている。シーリング用シリコンラバー 8a, 8b, 8c は、その上に載置されるヒートシンク間の絶縁を確保するとともに、冷媒の漏洩を防止する役割を果たす。供給口 16 および排出口 18 は、前述の図 1 に示すような絶縁性配管 50 と接続されて、冷媒 40 を供給される。

【0024】

ヒートシンク 10a~10c は、噴流冷却型ヒートシンクであり、半導体レーザーアレイ 2a~2c の直下に設けられた小孔から冷媒を噴出させ、その冷媒の噴流乱流により、熱交換を効率的に行う型式のヒートシンクである。また、ヒートシンクをマイクロチャネル型のヒートシンクとし、微細な冷媒流路に冷媒を流通させ半導体レーザーアレイの直下を冷却する型式のものとすることもできる。

【0025】

次に、本実施形態の半導体レーザー装置の機能について説明する。

本発明の半導体レーザー装置では、冷媒として従来用いられていた水に替えてフルオロカーボンを用いる。図 8 は、微細流路を流れる水およびフルオロカーボンについて流速と熱抵抗の関係を示すグラフ図である。横軸は流速を示し、縦軸は熱抵抗を示す。従来から、フルオロカーボンは水に比べて熱伝達特性がかなり劣ることが知られており、半導体レーザーアレイの冷媒としては用いられていなかった。図 8 のグラフの実線および破線は、フルオロカーボンと水について流速と熱抵抗との関係を計算により求めたものである。この計算値に示すように、フルオロカーボンの熱抵抗（実線）は、各流速域で水の熱抵抗（破線）に比べてかなり大きく、冷媒として劣ることを示しており、従来からの認識を裏付けている。

【0026】

ところが、本発明者らが、実際にフルオロカーボンと水を半導体レーザー装置のヒートシンクの冷媒として用いた場合を想定して実験を行ったところ、フルオロカーボンの熱伝達特性は予想よりも優れたものとなることが判明した。図 8 の菱形印および丸印は、半導体レーザー装置のヒートシンクの冷媒流路を想定した幅 1mm の微細な流路にフルオロカーボンと水を各々流通させ、その流速に対する熱抵抗の測定値をプロットしたものである。図 8 の実測値に示すように、実際のフルオロカーボンの熱抵抗は計算値よりもかなり小さく、計算値（実線）では、フルオロカーボンの熱抵抗は水のそれに比べて、各流速域で $1^{\circ}\text{C}/\text{W}$ 以上も大きいものに対し、実測値（菱形印）では $0.5^{\circ}\text{C}/\text{W}$ 程度しか大きくないことが判る。なお、水は計算値（破線）および実測値（丸印）ともよく一致していることが判る。

【0027】

このようにフルオロカーボンの熱伝達特性が計算値よりも、半導体レーザー装置を想定した実測値で優れたものとなる理由は、以下のようなものであると推測される。すなわち、フルオロカーボンは水よりも表面張力が小さい。そのため、半導体レーザー装置のような微細な冷媒流路にフルオロカーボンを流通させると、冷媒流路により微細なところまで進入することができるため、熱伝導の効果が推定したよりも大きくなる。その結果として、計算値よりも熱抵抗値が小さくなると考えられる。

【0028】

以上より、フルオロカーบอนを半導体レーザ装置のヒートシンク用冷媒として用いた場合は、水に近い冷却効率を得ることができるとが判明した。そして、フルオロカーบอนは水に比べてはるかに化学的安定性が高く、導電性が低いため、冷媒流路の腐食を防止する効果も高いものとなる。

【0029】

その一方で、フルオロカーบอนを冷媒として用いると、静電気が生じやすいという問題がある。半導体レーザ装置では、チラーと半導体レーザスタックとの接続は、一般的に可撓性を有する絶縁性配管が用いられる。可撓性を有する配管を用いることで、配管設置の便宜や、ロボット等の移動体に半導体レーザスタックを搭載する際の便宜を図ることができる。そして、高価な金属製のフレキシブルチューブに比べて、絶縁性配管ははるかに安価であるという特徴を有する。また、絶縁性配管は、金属製配管に比べて耐食性に優れるという特徴も有する。

【0030】

しかし、 $10^{13} \Omega \cdot m$ という、水の $10^7 \Omega \cdot m$ に比べてはるかに高い抵抗率を有するフルオロカーบอนをこのような絶縁性配管に流通させると、水を冷媒に用いた場合に比べて静電気が帯電しやすくなる。すなわち、絶縁流体であるフルオロカーบอนの流れの摩擦に伴って、静電気が帯電し増加してくる。やがて、帯電した静電気の電圧が高電圧に達すると、隣接物体との間で静電気スパークが発生する。このスパークノイズが装置の誤作動等の原因となる。また最悪の場合絶縁破壊を起こし、配管が破断して冷媒が漏洩する。そこで上記第1実施形態では、絶縁性配管の内部にメッシュ状の導電体を配置し、さらに導電体を接地してある。これにより、帯電した静電気を放電することができる。

【0031】

以上のような図1に示す半導体レーザ装置1が動作する場合は、チラー20により冷却されたフルオロカーบอนを含む冷媒40が、絶縁性配管50を介して半導体レーザスタック200に供給される。冷媒40は、ヒートシンク10a~10cに供給される。ヒートシンク10a~10cに供給された冷媒40は、ヒートシンク10a~10c上に配置された半導体レーザアレイ2a~2cを冷却する。ヒートシンク10a~10cから排出された冷媒40は、絶縁性配管50を介してチラー20に戻され、再び冷却されて半導体レーザスタック200のヒートシンク10a~10cを冷却する。

【0032】

ヒートシンク10a~10cを流通するフルオロカーบอนからなる冷媒40は、冷媒流路を腐食することがないため、長期間にわたり安定して半導体レーザアレイ2a~2cを冷却することができ、素子寿命の向上、光出力の安定に寄与するものとなる。また、導電性の低いフルオロカーบอนからなる冷媒40が、絶縁性配管50内を流通することにより生じる静電気は、導電体52から接地線54を介して放電され、静電気スパークの発生等を防止することができる。

【0033】

一方、フルオロカーบอนを冷媒として用いた場合、水を用いた場合に比べてキャビテーションが生じやすいことが判明した。キャビテーションは、流体の流れで局部的に低い圧力を生ずる部分で流体の蒸発、溶解ガスの分離などが起こり、流体中に空洞を生じる現象である。キャビテーションが発生すると、発熱体との接触面積が減るため、熱交換効率が低下してしまう。

【0034】

図9は、水およびフルオロカーบอนについて流速とキャビテーション数との関係を示すグラフ図である。図9から判るように、水(破線)に比べてフルオロカーบอน(実線)は、各流速域でキャビテーション数が小さくキャビテーションが生じやすいことが判る。キャビテーション数が5以下になるとキャビテーション発生リスクが大きくなる。

【0035】

図10は、上記の関係をまとめ、水およびフルオロカーบอนについて流速と熱抵抗、並

びに流速とキャビテーション数との関係を示すグラフ図である。図10の熱抵抗一流速曲線TFは、図8で示した水とフルオロカーボンの流速に対する熱抵抗の関係を示し、破線が水を、実線がフルオロカーボンを示す。また図10のキャビテーション数一流速曲線CFは、図9で示した水とフルオロカーボンの流速に対するキャビテーション数の関係を示し、破線が水を、実線がフルオロカーボンを示す。これより、流速に対し、熱抵抗とキャビテーション発生リスクは、トレードオフ（二律背反）の関係にあることが判る。キャビテーションが発生すると熱交換効率の低下、また壊食（機械的腐食）といった大きな悪影響が生ずる。従って、流速を抑えつつ、熱効率を高める必要がある。

【0036】

さらに、キャビテーションの発生リスクは、冷媒流速の変化によっても影響される。冷媒流速の変化が大きい場合は、平均冷媒流速が同じでも、キャビテーションが生じやすくなる。冷媒流速は、冷媒流路の流路断面積に反比例する関係にある。ところが、前述したように、上記第1実施形態では導電体を絶縁性配管内に配置するため、配管内の流速が変動しやすくなる。図5は、第1実施形態に係る絶縁性配管内を流通する冷媒の位置と流速との関係を示す図である。このように、絶縁性配管50内において、導電体52と接地線54の関係を示す図である。このように、流速が急激に変化していることが判る。このような冷媒流速54が設けられた箇所では、流速が急激に変化していることが判る。このような冷媒流速の変化が大きい場合は、キャビテーションが生じやすくなることがある。ヒートシンクから離れた箇所に導電体を配置しても、その部分で気泡核が生成するとフルオロカーボンは粘性が高いため、気泡核が消滅しにくい。そして、このような気泡核がヒートシンク付近に流れるとキャビテーションはより生じやすくなる。このため、配管系全体で冷媒流速変動による気泡核生成を抑制する必要がある。

【0037】

この場合、例えばチラーの冷媒供給圧力を調整することで冷媒全体の流速を抑えると、熱抵抗が大きくなり、冷却効率が低下する場合がある。そのため、導電体の配置部分について、局所的に冷媒流速の高速化を抑える必要がある。

【0038】

図2は、第2実施形態に係る半導体レーザ装置の構成図である。この第2実施形態の半導体レーザ装置1'が第1実施形態と異なる点は、絶縁性配管50は局所的に内径が拡大した拡張部56を含み、拡張部56に導電体52が配置されていることである。

【0039】

図6は、第2実施形態に係る絶縁性配管内を流通する冷媒の位置と流速との関係を示す図である。図6に示すように、絶縁性配管50内を流通する冷媒の流速は、拡張部56に入ると緩やかに減少する。そして導電体52と接地線54が設けられた箇所に入ると、流速は増加する。しかし、拡張部56で流速が減少しているため、導電体52が設けられた箇所での流速増加は少ない。そして、導電体52が設けられた箇所を通過すると、流速はまた減少する。そして、冷媒が拡張部56から排出されると流速や緩やかに増加し、やがて、拡張部56に入る前の流速に戻る。このように拡張部56を設けることにより、冷媒の流速の変化が抑えられ、キャビテーションの発生を防ぐことができる。また、このような流速の変化が抑えられ、キャビテーションの発生を防ぐことができる。また、水に比べて比較的高価なフルオロカーボンの量を少なくし、低コスト化を図ることができる。なお、この場合、絶縁性配管内の導電体が配置された箇所の流路断面積（冷媒通過断面積）と導電体が配置されていない箇所の流路断面積とを等しいものとするにより、流速の変動をより一層減少させることができる。

【0040】

ところで、図3(b)(c)に示すようなメッシュ状の導電体に冷媒が通過すると、その後流で渦、すなわち微小気泡核が生成しやすくなる可能性がある。そうすると、ヒートシンク部でのキャビテーション生成リスクが増大する可能性がある。

【0041】

図4(a)は第3実施形態に係るメッシュ構造を有する導電体を示す斜視図であり、図4(b)はA-A'線断面が流線形状の線材断面を有するメッシュ構造を示す図である。

図4(a)に示すように、この導電体52'もメッシュ構造を有する。しかし、図4(b)に示すように、導電体52'の絶縁性配管50の流線に平行な断面(図4(a)のA-A'線断面)は、流線形状をなす。これにより、導電体52'の後流で渦が発生することを防ぐことができる。また、導電体52'の抵抗は少ないため、導電体52'を通過する冷媒の流速の変化は少なくなり、キャビテーションの発生を防止することができる。

【0042】

尚、本発明の半導体レーザ装置は、上記した実施の形態に限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲内において種々変更を加え得ることは勿論である。

【図面の簡単な説明】

【0043】

【図1】第1実施形態に係る半導体レーザ装置の構成図である。

【図2】第2実施形態に係る半導体レーザ装置の構成図である。

【図3】(a)は第1実施形態に係るメッシュ構造を有する導電体を示す斜視図であり、(b)はA-A'線断面が円形の線材断面を有するメッシュ構造を示す図であり、(c)はA-A'線断面が角形の線材断面を有するメッシュ構造を示す図である。

【図4】(a)は第3実施形態に係るメッシュ構造を有する導電体を示す斜視図であり、(b)はA-A'線断面が流線形状の線材断面を有するメッシュ構造を示す図である。

【図5】第1実施形態に係る絶縁性配管内を流通する冷媒の位置と流速との関係を示す図である。

【図6】第2実施形態に係る絶縁性配管内を流通する冷媒の位置と流速との関係を示す図である。

【図7】レーザスタックの構成図である。

【図8】微細流路を流れる水およびフルオロカーボンについて流速と熱抵抗の関係を示すグラフ図である。

【図9】水およびフルオロカーボンについて流速とキャビテーション数との関係を示すグラフ図である。

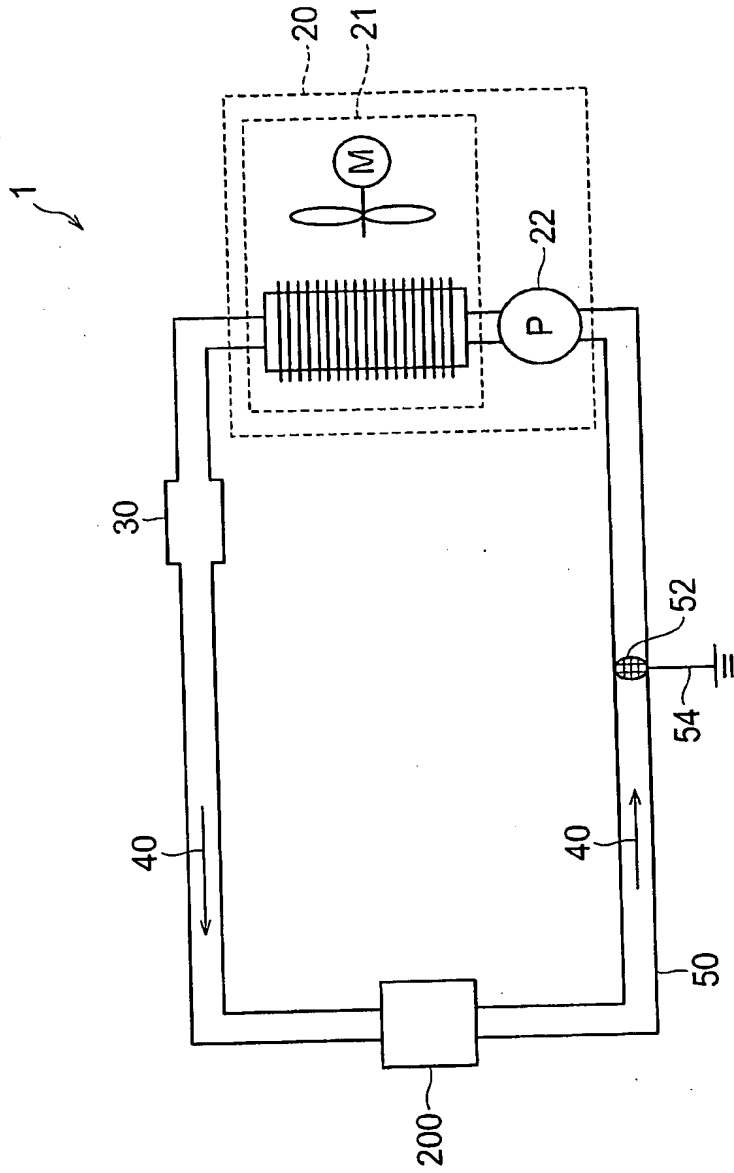
【図10】水およびフルオロカーボンについて流速と熱抵抗、並びに流速とキャビテーション数との関係を示すグラフ図である。

【符号の説明】

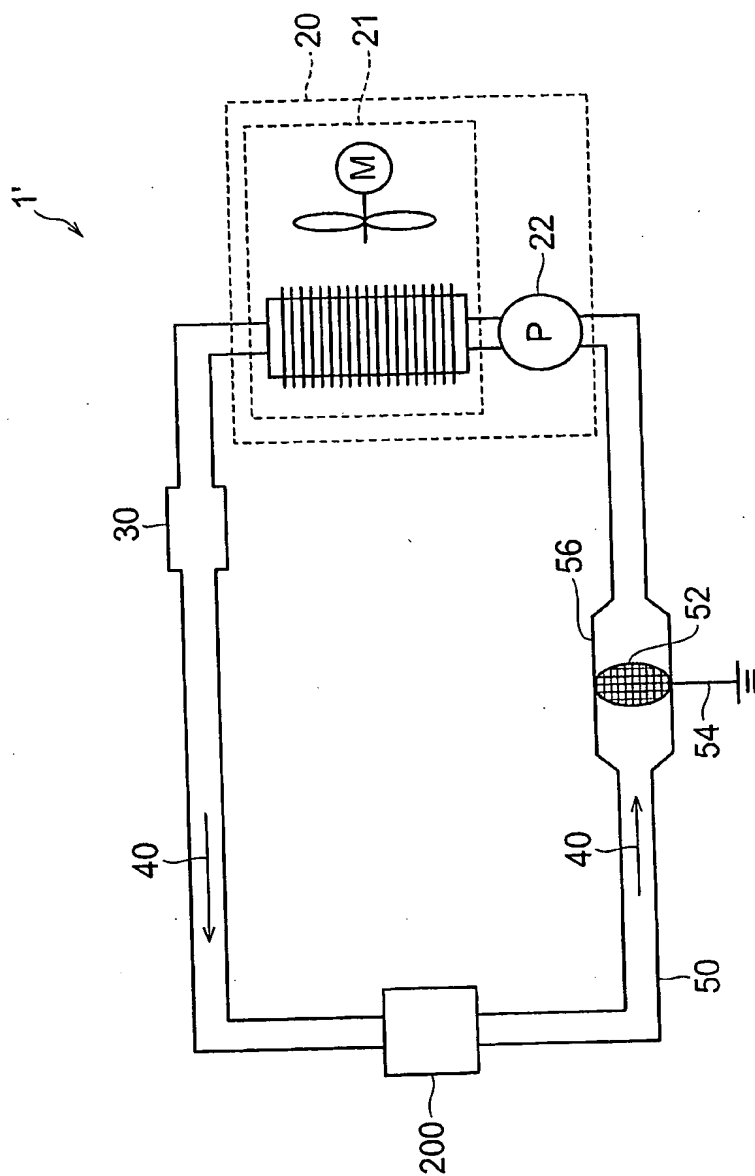
【0044】

1, 1' ...半導体レーザ装置、2a, 2b, 2c ...半導体レーザアレイ、10a, 10b, 10c ...ヒートシンク、20 ...チラー(冷媒供給手段)、40 ...冷媒、50 ...絶縁性配管、52, 52' ...導電体、54 ...接地線、56 ...拡径部、100a, 100b, 100c ...半導体レーザユニット、200 ...半導体レーザスタック

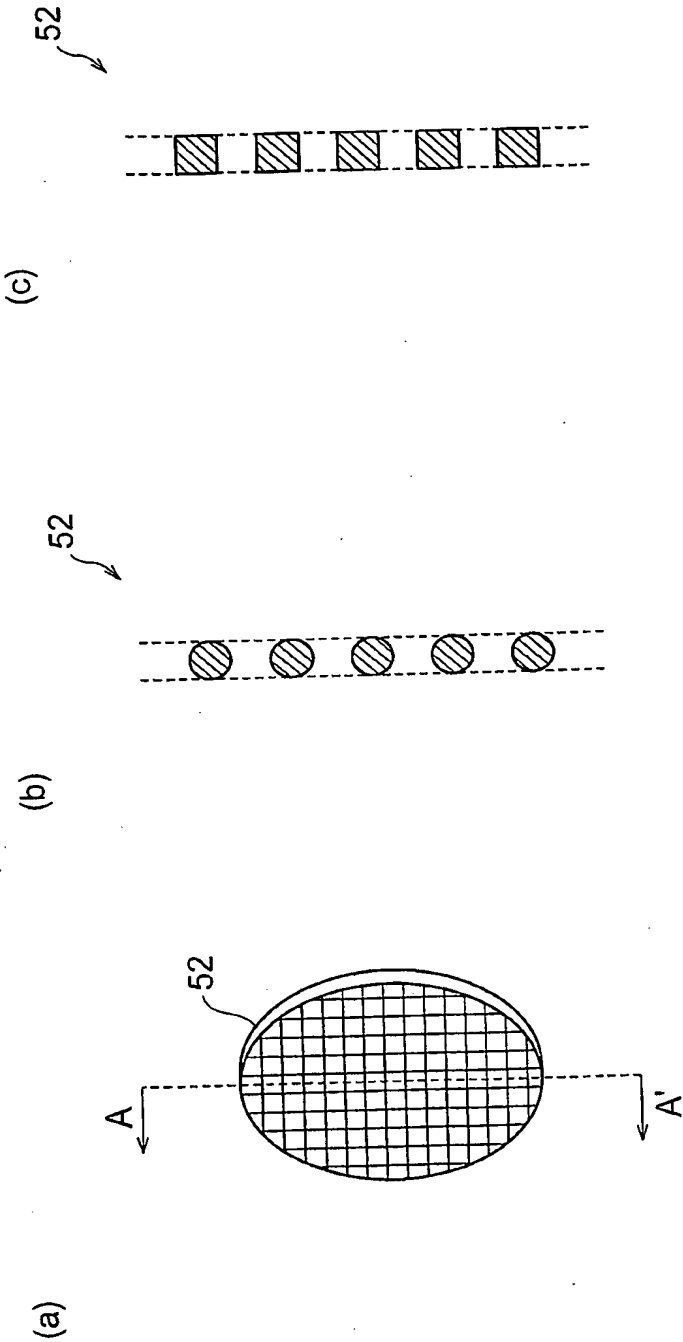
【書類名】 図面
【図 1】



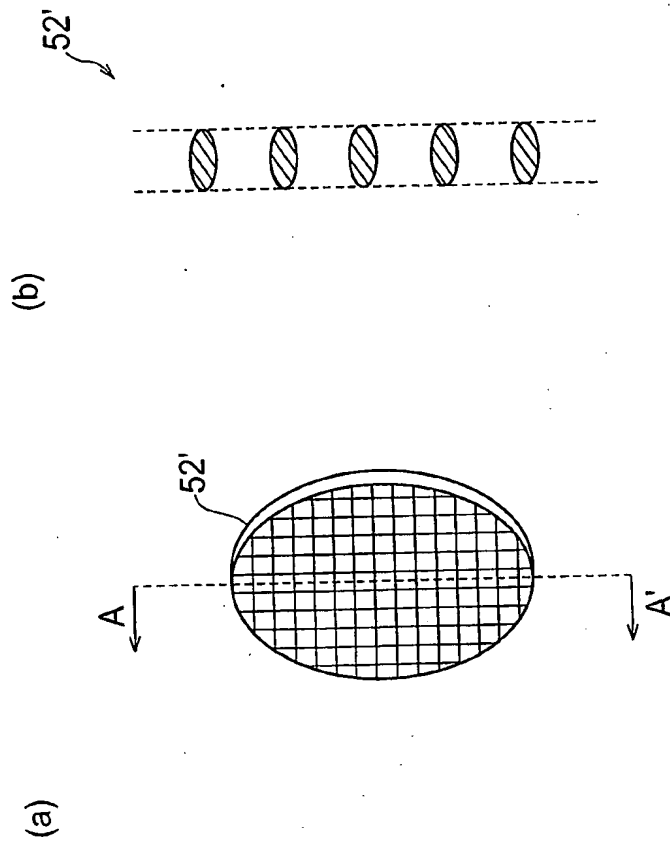
【図 2】



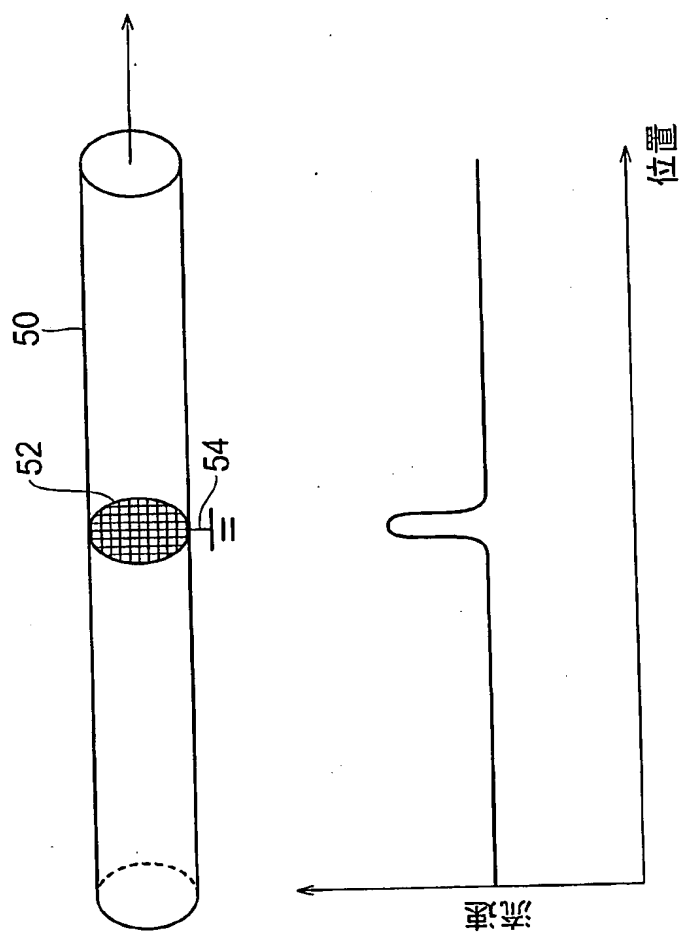
【図 3】



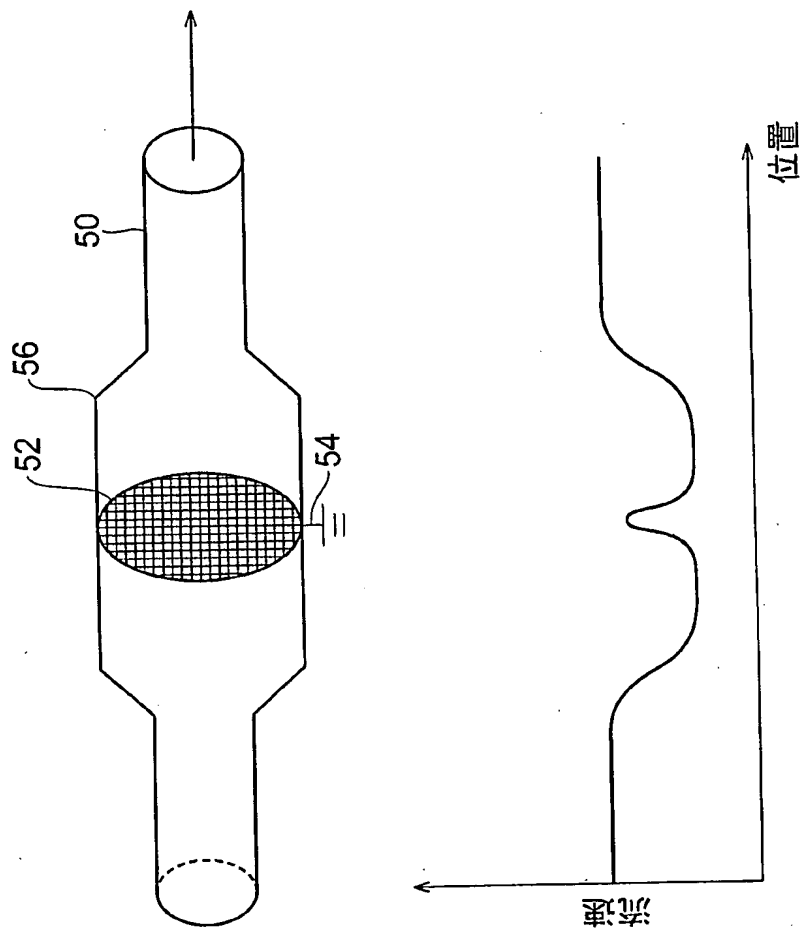
【図 4】



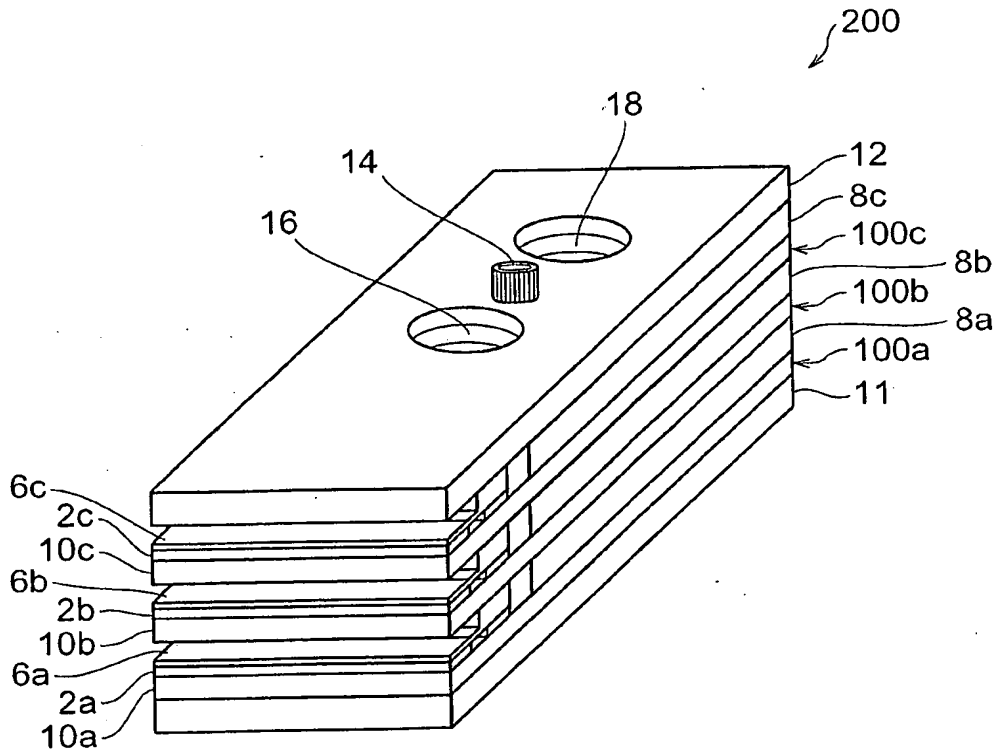
【図 5】



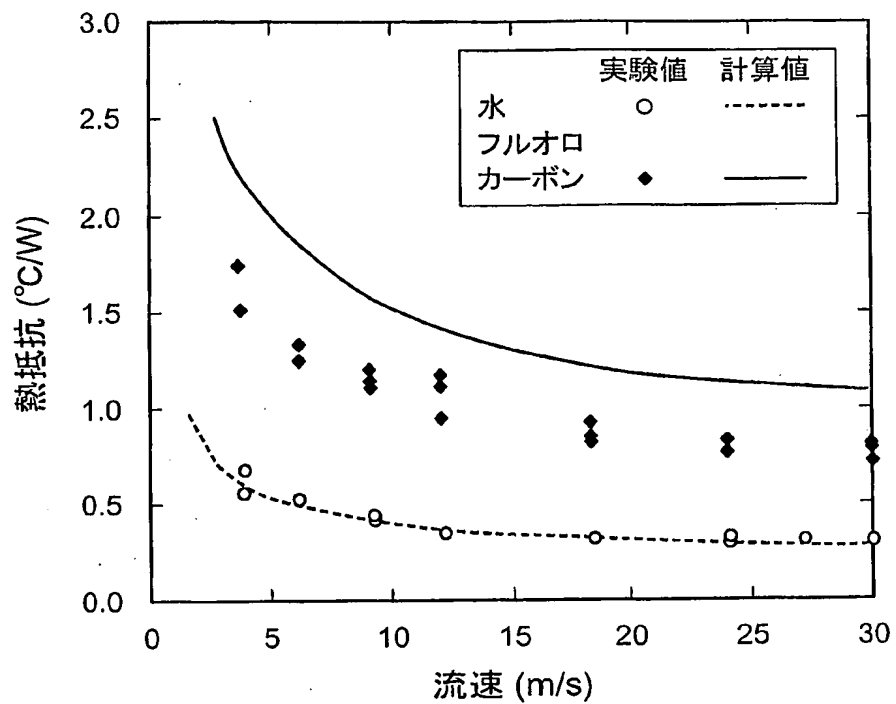
【図 6】



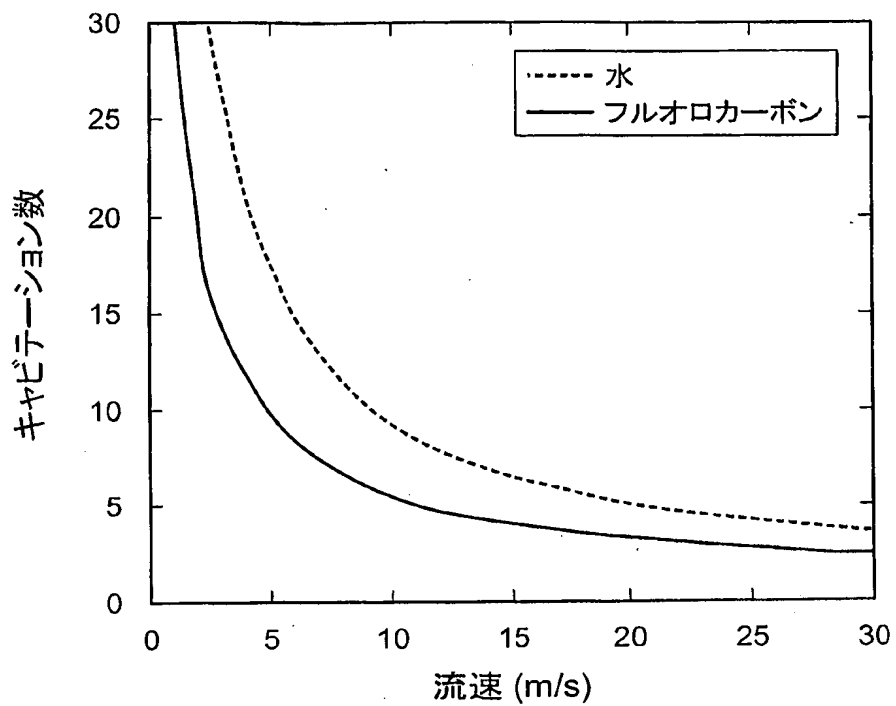
【図 7】



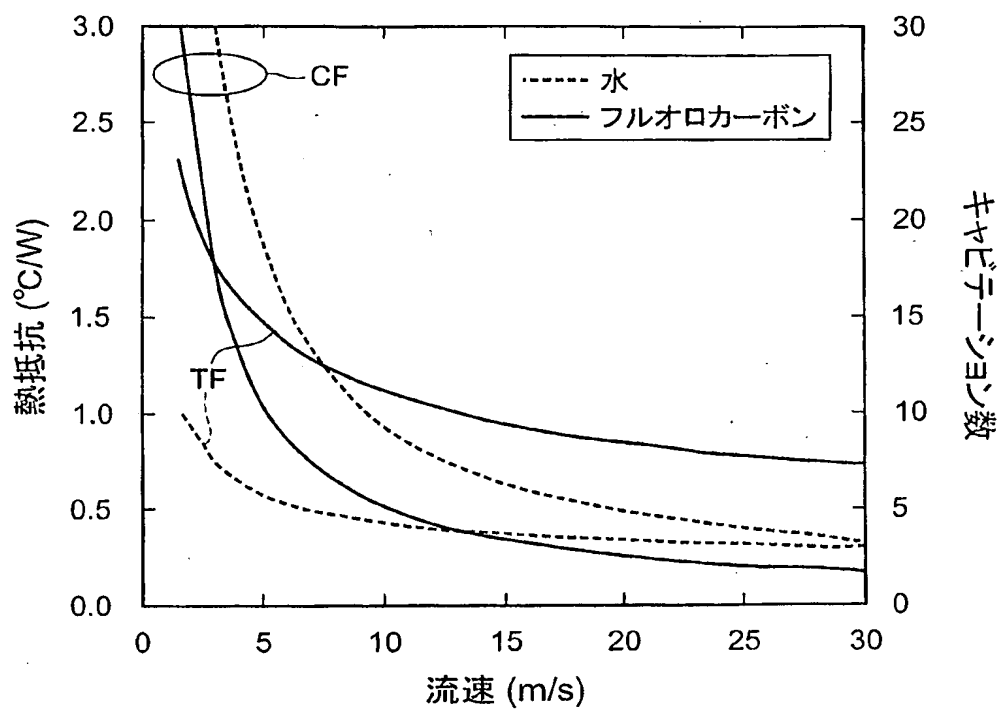
【図 8】



【図 9】



【図10】



【書類名】要約書

【要約】

【課題】 ヒートシンクの冷媒流路の腐食を防ぎ、長期にわたり半導体レーザアレイを安定して冷却することのできる半導体レーザ装置を提供する。

【解決手段】 半導体レーザ装置 1 は、半導体レーザスタック 200 とチラー 20 と絶縁性配管 50 と冷媒 40 とから成る。チラー 20 は冷媒 40 を半導体レーザスタック 200 に供給する。冷媒 40 はフルオロカーボンから成る。絶縁性配管 50 は可撓性を有する絶縁性のパイプである。絶縁性配管 50 は、配管内に導電体 52 が配置されている。導電体 52 は絶縁性配管 50 の流路断面を覆うメッシュ状である。メッシュ状の導電体 52 は接地線 54 と接続され接地されている。半導体レーザスタック 200 は半導体レーザユニット 100a~100c を備える。半導体レーザユニット 100a~100c は、それぞれ半導体レーザアレイ 2a~2c、ヒートシンク 10a~10c を有する。

【選択図】 図 1

特願 2004-076942

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[000236436]

1. 変更年月日
[変更理由]
住 所
氏 名

1990年 8月10日
新規登録
静岡県浜松市市野町1126番地の1
浜松ホトニクス株式会社

From the INTERNATIONAL BUREAU

PCTNOTIFICATION CONCERNING
SUBMISSION OR TRANSMITTAL
OF PRIORITY DOCUMENT

To:

HASEGAWA, Yoshiki
SOEI PATENT AND LAW FIRM, Ginza First Bldg.
10-6, Ginza 1-chome
Chuo-ku, Tokyo 1040061
JAPON

(PCT Administrative Instructions, Section 411)

Date of mailing (day/month/year) 01 July 2005 (01.07.2005)	IMPORTANT NOTIFICATION
Applicant's or agent's file reference FP04-0488-00	
International application No. PCT/JP2005/003979	
International publication date (day/month/year)	
	International filing date (day/month/year) 08 March 2005 (08.03.2005)
	Priority date (day/month/year) 17 March 2004 (17.03.2004)
Applicant HAMAMATSU PHOTONICS K.K. et al	

- By means of this Form, which replaces any previously issued notification concerning submission or transmittal of priority documents, the applicant is hereby notified of the date of receipt by the International Bureau of the priority document(s) relating to all earlier application(s) whose priority is claimed. Unless otherwise indicated by the letters "NR", in the right-hand column or by an asterisk appearing next to a date of receipt, the priority document concerned was submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b).
- (If applicable)* The letters "NR" appearing in the right-hand column denote a priority document which, on the date of mailing of this Form, had not yet been received by the International Bureau under Rule 17.1(a) or (b). Where, under Rule 17.1(a), the priority document must be submitted by the applicant to the receiving Office or the International Bureau, but the applicant fails to submit the priority document within the applicable time limit under that Rule, the attention of the applicant is directed to Rule 17.1(c) which provides that no designated Office may disregard the priority claim concerned before giving the applicant an opportunity, upon entry into the national phase, to furnish the priority document within a time limit which is reasonable under the circumstances.
- (If applicable)* An asterisk (*) appearing next to a date of receipt, in the right-hand column, denotes a priority document submitted or transmitted to the International Bureau but not in compliance with Rule 17.1(a) or (b) (the priority document was received after the time limit prescribed in Rule 17.1(a) or the request to prepare and transmit the priority document was submitted to the receiving Office after the applicable time limit under Rule 17.1(b)). Even though the priority document was not furnished in compliance with Rule 17.1(a) or (b), the International Bureau will nevertheless transmit a copy of the document to the designated Offices, for their consideration. In case such a copy is not accepted by the designated Office as the priority document, Rule 17.1(c) provides that no designated Office may disregard the priority claim concerned before giving the applicant an opportunity, upon entry into the national phase, to furnish the priority document within a time limit which is reasonable under the circumstances.

<u>Priority date</u>	<u>Priority application No.</u>	<u>Country or regional Office or PCT receiving Office</u>	<u>Date of receipt of priority document</u>
17 March 2004 (17.03.2004)	2004-076942	JP	12 May 2005 (12.05.2005)

The International Bureau of WIPO 34, chemin des Colombettes 1211 Geneva 20, Switzerland	Authorized officer Remedios Landicho (Fax 338 7010) Facsimile No. (41-22) 338.70.10 Telephone No. +41 22 338 9999
---	---

Facsimile No. +41 22 338 82 70

Form PCT/TB/304 (January 2004)

CHZ4RA2E